

TIPE : SPORTS ET JEUX

LE LANCER DE COUTEAUX :
ACCESSIBLE À TOUS OU
SYNONYME D'UNE GRANDE
DEXTÉRITÉ ?

Heutte Jules

N° 47676

2024

Sommaire

- Introduction
- Position du problème
- Expériences 1, 2, 3
- Exploitation des résultats
- Conclusion
- Annexes

Sujet et Ancrage au thème



Augmentation du nombre de pratiquants et de centres permettant le lancer de haches et de couteaux

Centres/Etablissements majeurs spécialisés dans le lancer de haches et de couteaux en France en 2024

Sujet et Ancrage au thème



HACHES, COUTEAUX... UNE COMPÉTITION À COUPER LE SOUFFLE

Extrait issu d'un reportage réalisé par TF1 datant de 2023

- Championnats du monde de lancer de haches et de couteaux à Vitré (Ille-et-Vilaine) en 2023
- Développement de fédérations
- Apparition de différentes épreuves

Epreuves et Records

- Plus longue distance : 23,50 m



- Précision à 3m : 101 points en 21 lancers
5m : 98 points en 21 lancers
7m : 78 points en 21 lancers

Question : est-ce accessible à tous ?

Problématique

Comment réaliser un lancer qui permette de planter le couteau dans la cible de manière quasi systématique ?

Différents types de couteaux de lancer

- Caractérisation selon la répartition de masse :

lame/tête lourde



masse dans la lame

manche lourd



masse dans le manche

équilibré



masse équitablement répartie

Différents types de couteaux de lancer

■ Caractérisation selon la lame :

à simple tranchant

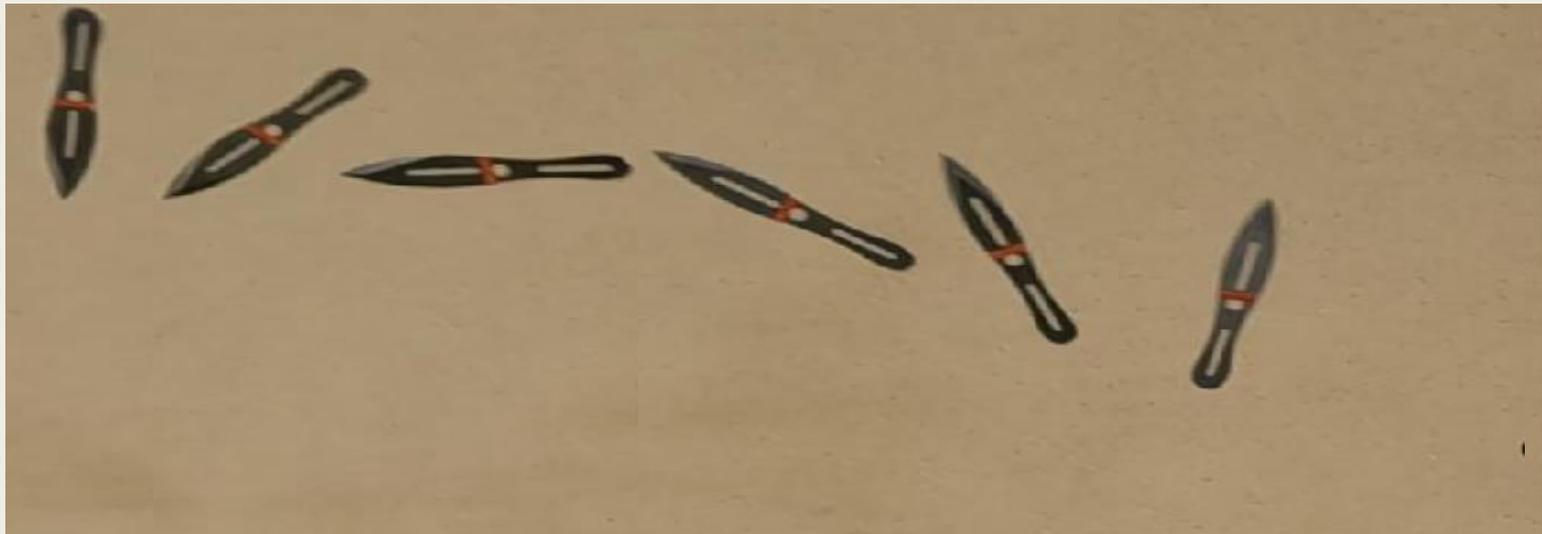


à double tranchant



Différents techniques de lancers

- Lancer conventionnel : exploite la rotation naturelle du couteau



Différents techniques de lancers

- Lancer « sans rotation » (*No spin*) : s'oppose à la rotation naturelle du couteau



Différents techniques de lancers

- Prise la plus classique : prise marteau



*Comment lancer un couteau
- wikiHow*

Modélisation adoptée

- Couteaux équilibrés, à double tranchant
- Lancer conventionnel
- A distance/plage de distance fixe
- Réussite d'un lancer : planté du couteau uniquement

Modèle choisi :



SMITH&WESSON
Throwing Knives

Objectif 1 : Facteurs influant la réussite du lancer

Liste des paramètres identifiés :

- Distance de lancer d
- Vitesse de translation du couteau v
- Vitesse de rotation du couteau ω
- Angle d'entrée dans la cible θ
- Forme du couteau
- Masse du couteau
- Cible

Objectif 1 : Facteurs influant la réussite du lancer

Liste des paramètres étudiés :

- Distance de lancer d
- Vitesse de translation du couteau v
- Vitesse de rotation du couteau ω
- Angle d'entrée dans la cible θ
- Forme du couteau
- Masse du couteau
- Cible

Expérience 1

Influence de v et de θ

Lien entre v et ω

Expérience 1 : Influence de v et de θ . Lien entre v et ω

- Objectif 1 : Etablir l'influence de v et de θ sur la réussite des lancers
- Objectif 2 : Etude du lien entre v et ω lors des lancers

Expérience 1 : Influence de v et de θ . Lien entre v et ω

Protocole :

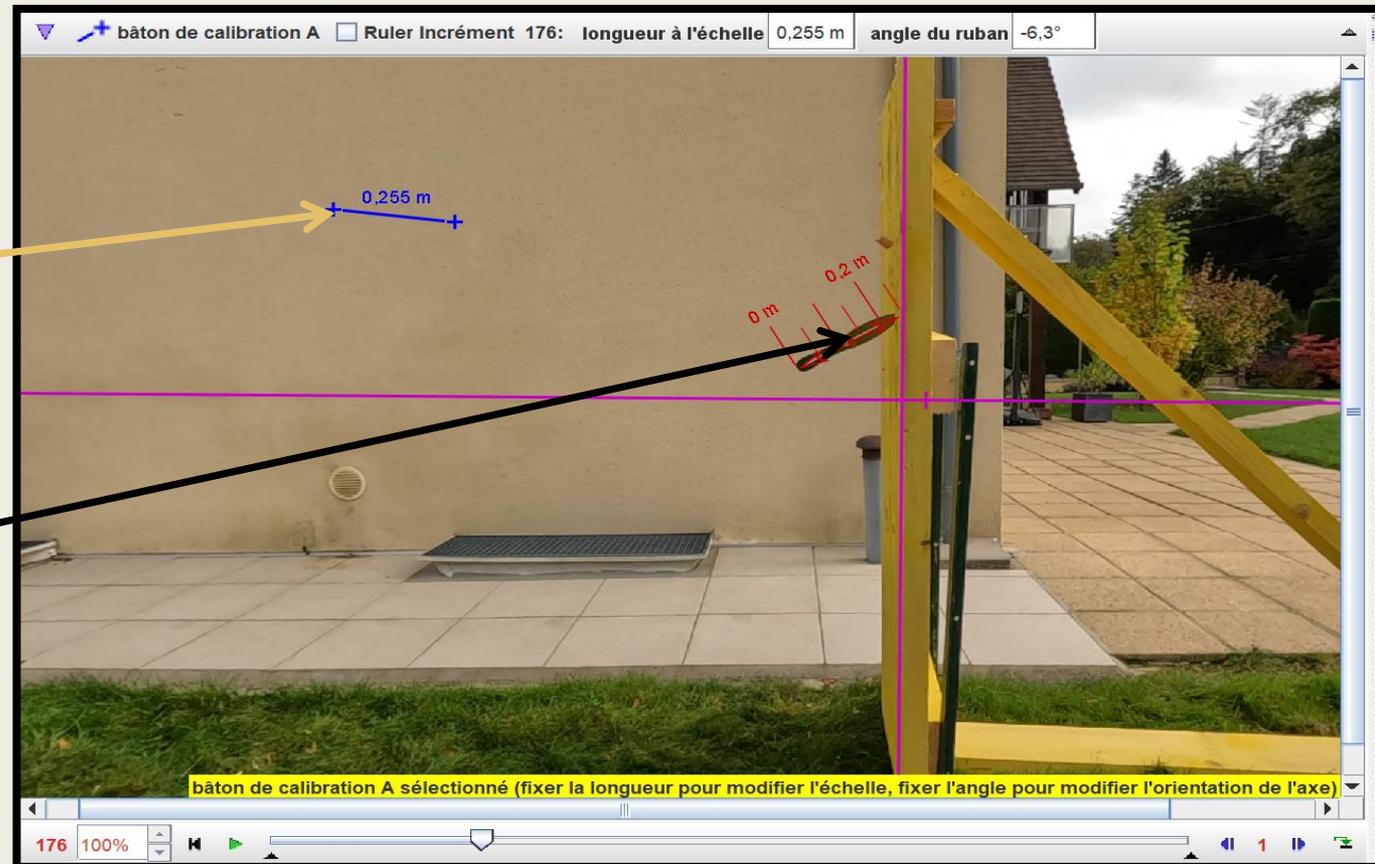
- 316 lancers variés : $v \in [10,6 ; 17,9] \text{ m/s}$ et $\theta \in [-106 ; 63]$ degrés
- Prise vidéo : GoPro (240 FPS)
- Pointage vidéo : Logiciel d'analyse vidéo et outil de modélisation



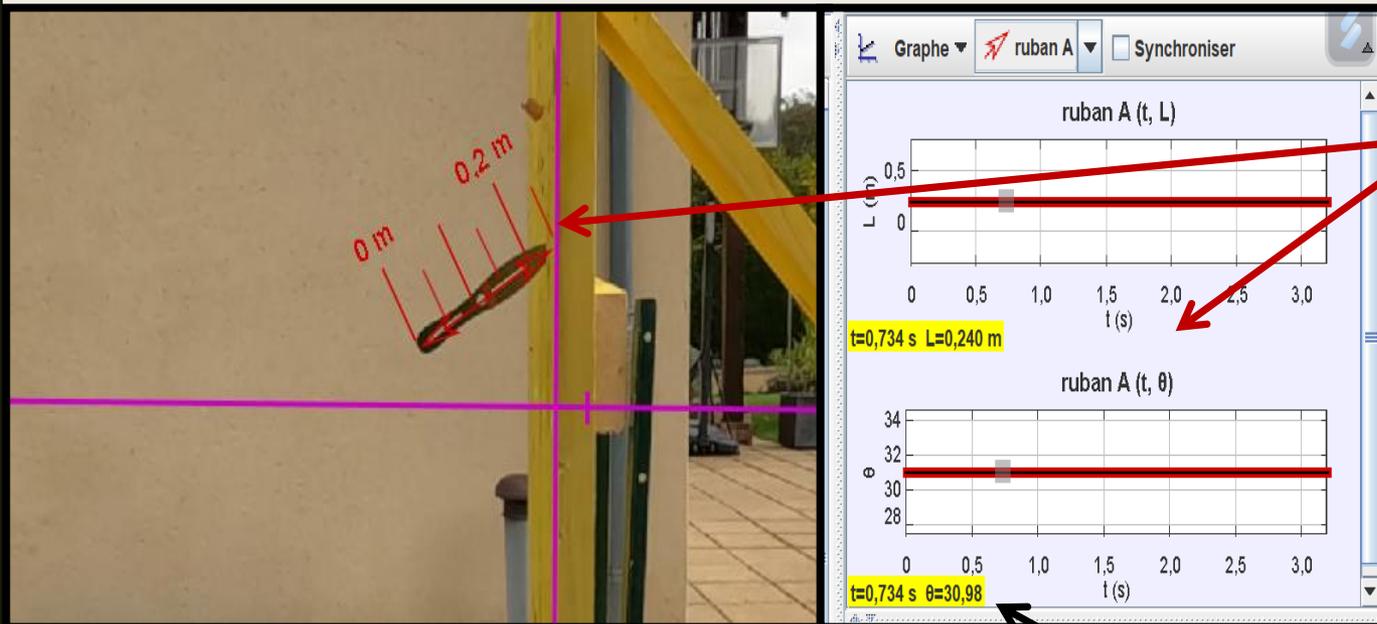
Expérience 1 : Influence de v et de θ . Lien entre v et ω

référence :
longueur du
couteau

centre de
rotation



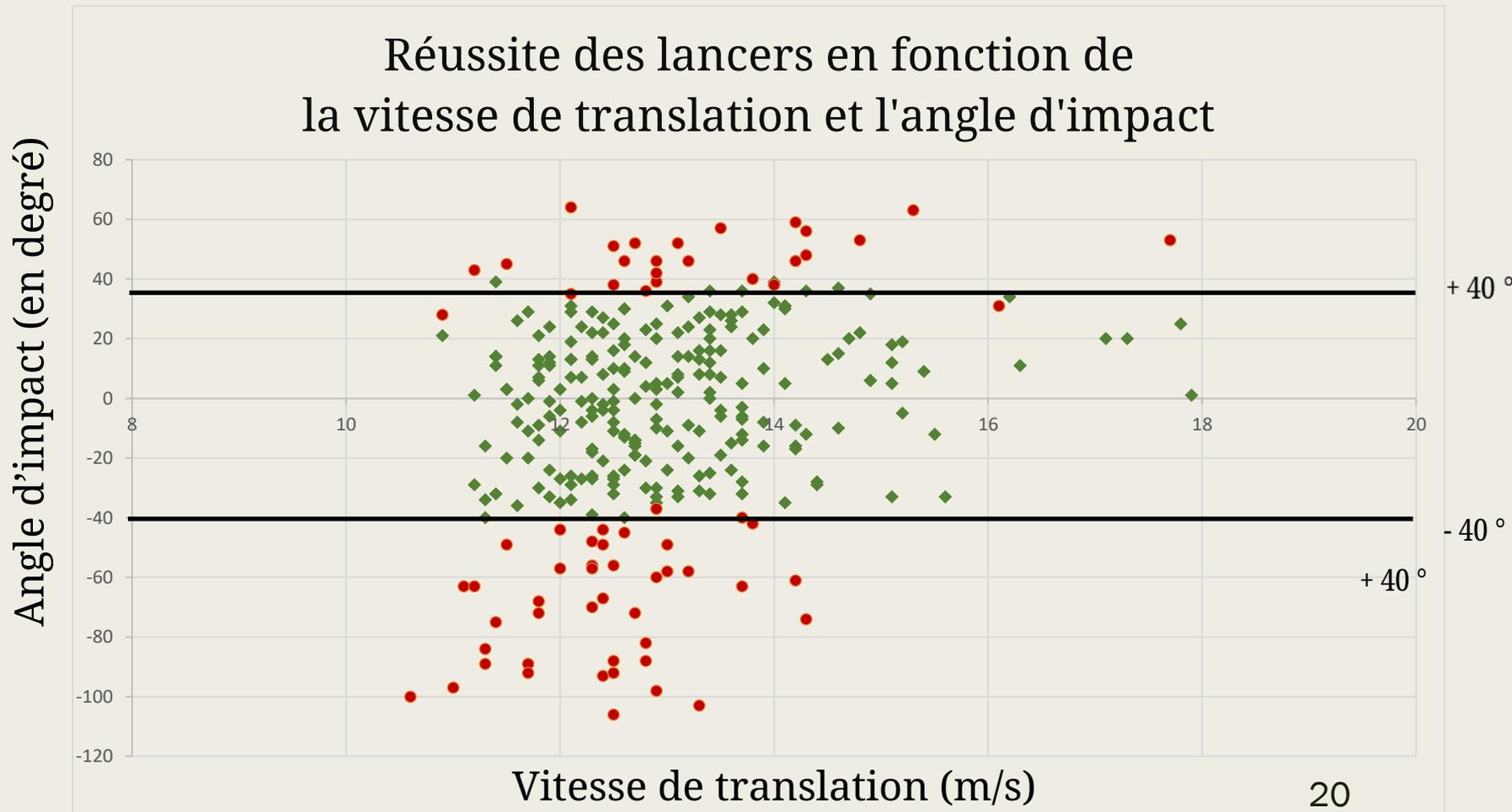
Expérience 1 : Influence de v et de θ . Lien entre v et ω



Indique l'angle d'impact (en degré)

$\theta = 30,98$

Expérience 1 : Influence de v et de θ

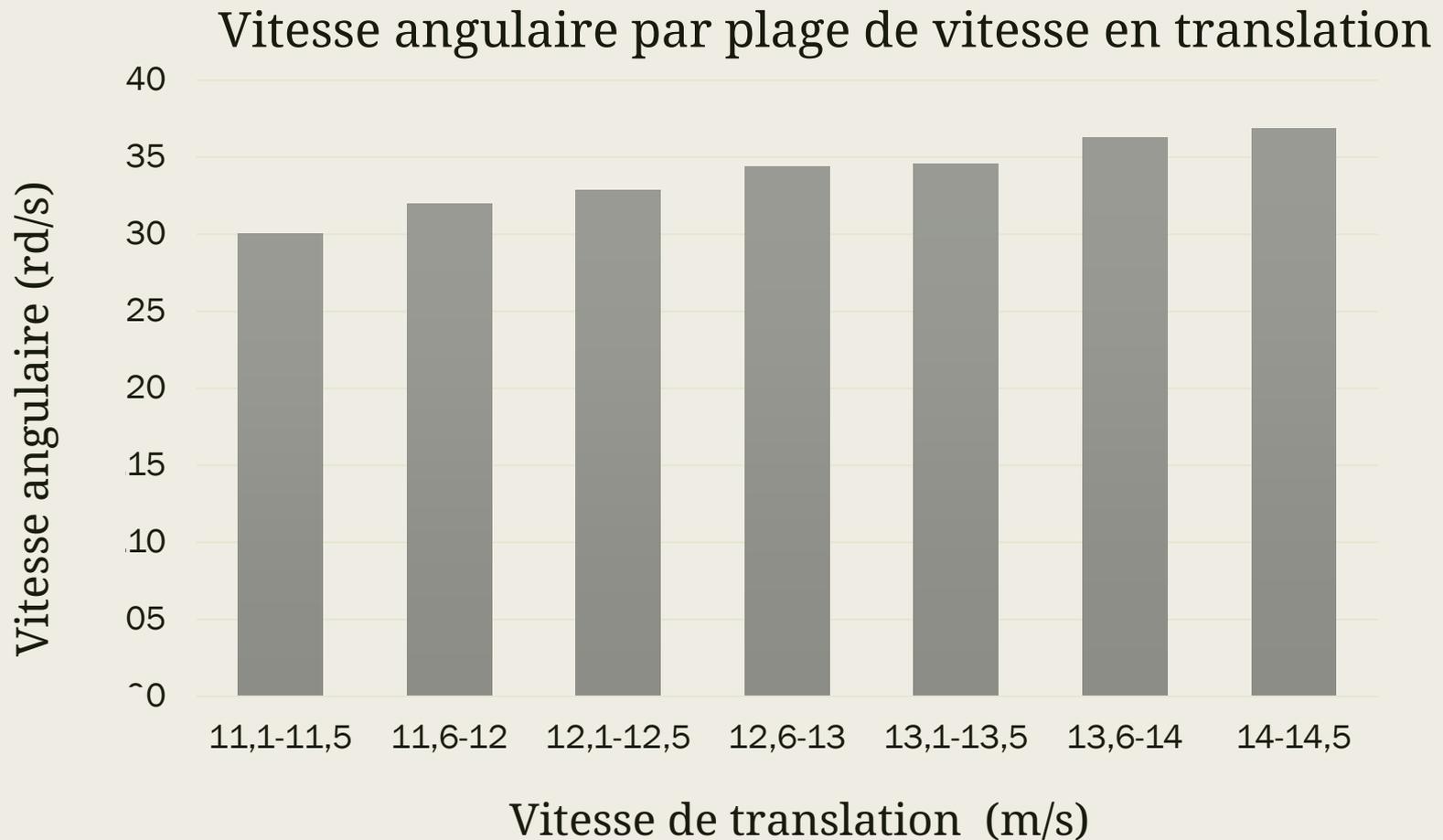


Expérience 1 : Influence de v et de θ

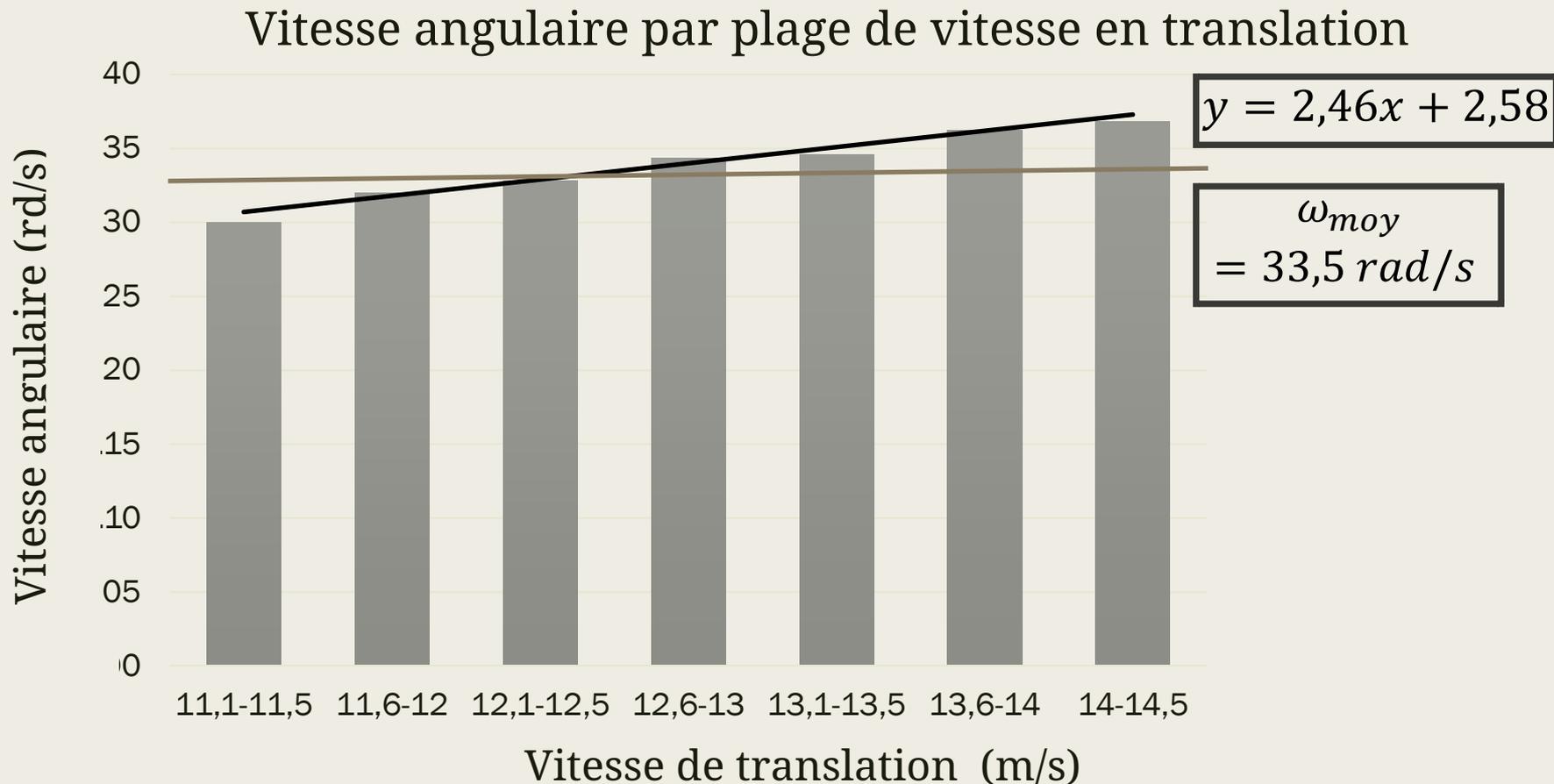
Conclusion :

- Le lancer est réussi pour $\theta \in [-40^\circ ; 40^\circ]$
- v n'a aucune influence sur la réussite du lancer pour la plage étudiée : $[10,6 ; 17,9]$ m/s

Expérience 1 : Lien entre v et ω



Expérience 1 : Lien entre v et ω



Expérience 1 : Lien entre v et ω

Analyses/Observations :

- Corrélation positive entre vitesse de translation du couteau et vitesse angulaire
- $\omega_{moy} = 33,5 \text{ rad/s}$

Expérience 2

Vitesse minimale de planter du couteau

Expérience 2 : Vitesse minimale de planter du couteau

Objectif :

Déterminer la vitesse minimale permettant la pénétration du couteau dans la cible, en accord avec $\theta \in [-40^\circ ; 40^\circ]$

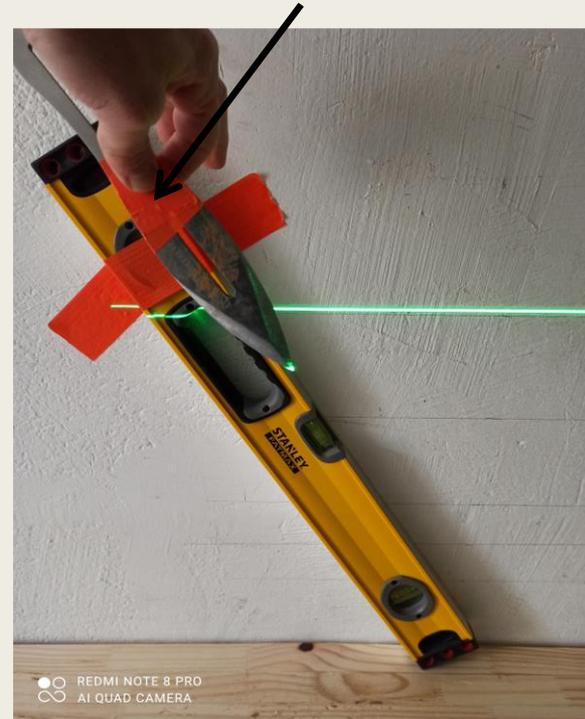
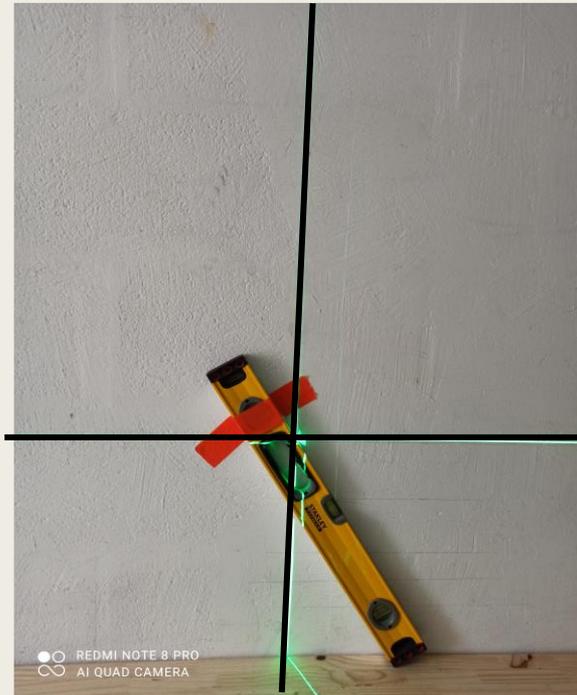
Expérience 2 : Vitesse minimale de planter du couteau

Protocole :

- Cible à plat au sol
- Lâchers de couteaux à différentes hauteurs et donc différentes vitesses
- Couteaux lâchés selon plusieurs angles

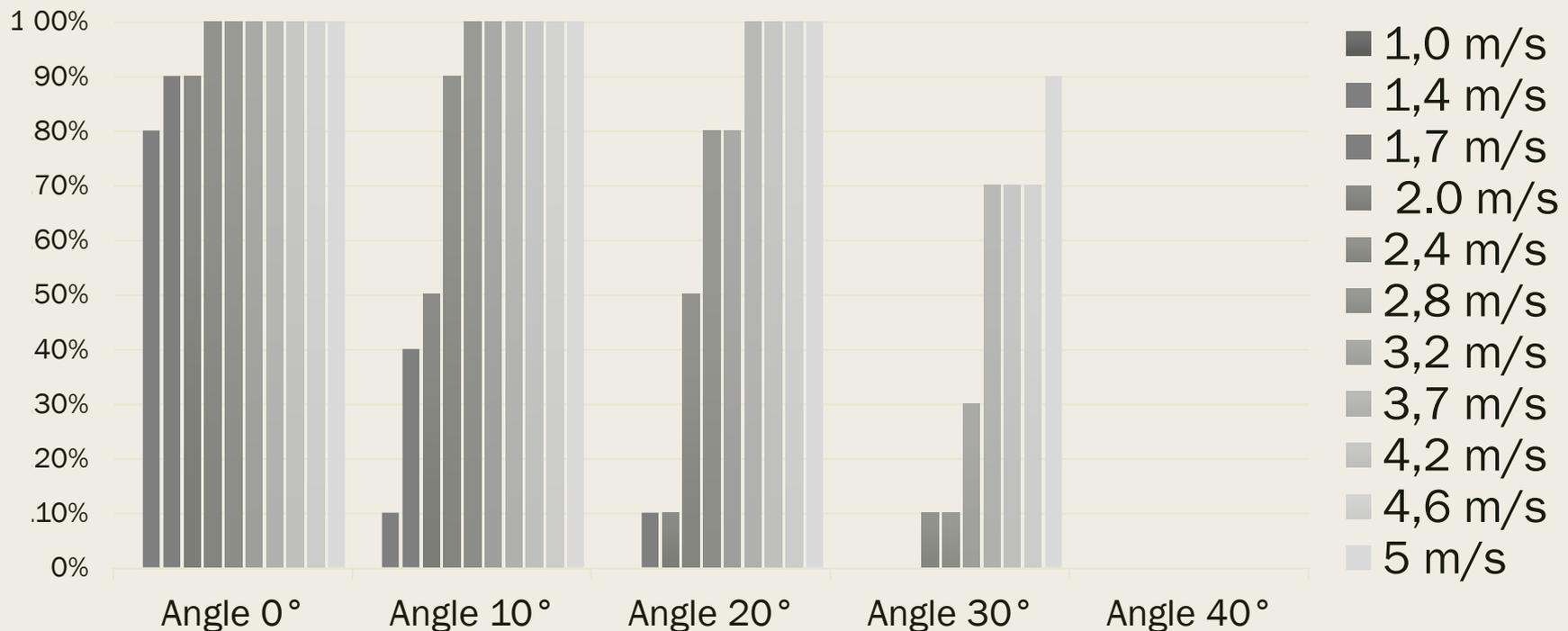
Expérience 2 : Vitesse minimale de planter du couteau

Centre de gravité G



Expérience 2 : Vitesse minimale de planter du couteau

Pourcentage de réussite du lâcher en fonction de l'angle et de la vitesse d'impact



Expérience 2 : Vitesse minimale de planter du couteau

Conclusion :

- La vitesse de lancer toujours supérieure à la vitesse minimale d'impact
- $v_{min} = 5,0 \text{ m/s}$

Conclusion : Expériences 1 et 2

- $v_{min} < v$
- Plage d'angle pour un lancer réussi :
 $\theta \in [-40^\circ ; 40^\circ]$
- $\omega_{moy} = 33,5 \text{ rad/s}$

Expérience 3

Plages de vitesses possibles

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Objectif :

- A distance fixée, déterminer la plage de vitesse Δv correspondant à la réussite du lancer
- Comparaison de la marge de vitesse acceptable avec les performances d'un lanceur pour en étudier la pertinence

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Protocole :

- Série de lancer à distance fixe de la cible visant le plantage
- Objectif : garder une vitesse de jet constante

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Notion du nombre de tours :

- α_1 : « 1 tour » : $(360 + 90) \pm 40^\circ$
- α_2 : « 2 tours » : $810 \pm 40^\circ$
- α_3 : « 3 tours » : $1170 \pm 40^\circ$

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Expression de la vitesse en translation
avec $\omega = \omega_{moy}$:

$$v = \frac{\omega d}{\alpha}$$

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Vitesses minimales et maximales associées pour $d = 3,4$ m :

- « 1 tour » : $v_{min} = 11,9$ m/s $v_{max} = 14,3$ m/s
- « 2 tours » : $v_{min} = 6,9$ m/s $v_{max} = 7,6$ m/s
- « 3 tours » : $v_{min} = 4,8$ m/s $v_{max} = 5,2$ m/s

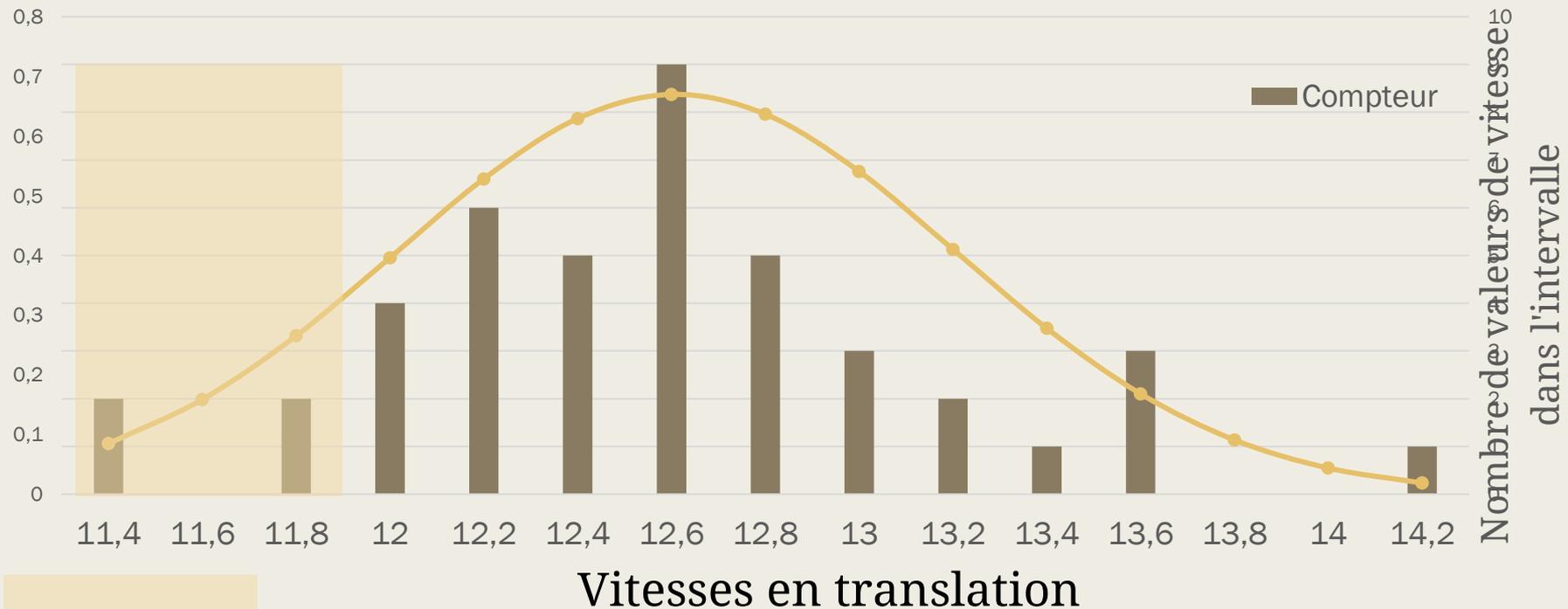
Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Vitesses minimales et maximales associées pour $d = 3,4 \text{ m}$:

- « 1 tour » : $\Delta v(1) = 2,4 \text{ m/s}$
- « 2 tours » : $\Delta v(2) = 0,7 \text{ m/s}$
- « 3 tours » : $\Delta v(3) = 0,4 \text{ m/s}$

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Série de lancers à $d=3,4\text{m}$ (1 tour)



Hors plage adéquate

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Séries de 43 lancers	Lancers réussis 38	Lancers ratés 5	Pourcentage de cohérence
Dans plage 39	36	3	92 %
Hors plage 4	0	4	100 %

Expérience 3 : Plages de vitesses possibles

Conclusion :

- L'estimation de la réussite d'un lancer par $v \in \Delta v$ est très pertinente
- Minimiser le nombre de tours revient à maximiser Δv
- Causes potentielles d'erreur : changement de d , variations de ω suivant v

Conclusion

Conclusion

Préconisations pour la réussite des lancers :

- S'entraîner à v le plus reproductible, sachant que Δv est maximal à plus grande vitesse
- Dans la marge de distance autorisée, choisir d pour v soit au centre de la plage autorisée

Conclusion

Possibilités d'améliorations :

- Affinement du lien entre v et ω , mesure des variations sur d et θ (incertitudes) pour améliorer le modèle et quantifier sa marge d'erreur
- Réitérer l'étude avec un autre lanceur
- Nouvelle étude avec d'autres types de couteaux

Annexes

```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
from math import *

# Données
w, u_w = 33.5, 0.5
d, u_d = 3.05, 0.05
α, u_α = 13 * pi / 2, pi / 18

# Formule de la vitesse
def v(w, d, α):
    return (w * d) / α
```

```
# N tirages selon la loi normale
def tirage_loiNormale(X, u, N):
    return np.random.normal(X, u, N)

# Nombre d'expériences simulées
N = 100000

w_sim = tirage_loiNormale(w, u_w, N)
d_sim = tirage_loiNormale(d, u_d, N)
α_sim = tirage_loiNormale(α, u_α, N)
v_sim = v(w_sim, d_sim, α_sim)
```

Annexes

```
# Calculs et affichages
```

```
Ev = np.mean(v_sim) # calcul de la  
valeur moyenne statistique  
(espérance)
```

```
uv = np.std(v_sim, ddof=1) #  
incertitude-type
```

```
plt.hist(v_sim, bins="rice",  
edgecolor="black")  
  
plt.title(str(N) + " simulations de lancers  
pour différents angles")  
  
print("vitesse v :", round(Ev, 2))  
  
print("incertitude-type :", round(uv, 3))  
  
plt.show()
```

Annexes

v (m/s)	ω (rad/s)	$\Delta\omega$ (rad/s)	d (m)	Δd (m)	α (rad)	$\Delta\alpha$ (rad)	v_sim (m/s)	Incertitude Type (rad/s)	95 % des valeurs comprises entre
13	33,5	0,5	3,05	0,10	$5*\pi/2$	$\pi/18$	13,02 13,01 13,02 13,02	0,549 0,554 0,552 0,550	11,9 et 14,1 m/s
7	33,5	0,5	3,05	0,06	$9*\pi/2$	$\pi/18$	7,23	0,199	6,8 et 7,6 m/s